

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-160626

(43)Date of publication of application : 25.06.1993

(51)Int.Cl.

H01Q 13/08

H01Q 21/06

H01Q 21/24

(21)Application number : 03-325670

(71)Applicant : HITACHI CHEM CO LTD

(22)Date of filing : 10.12.1991

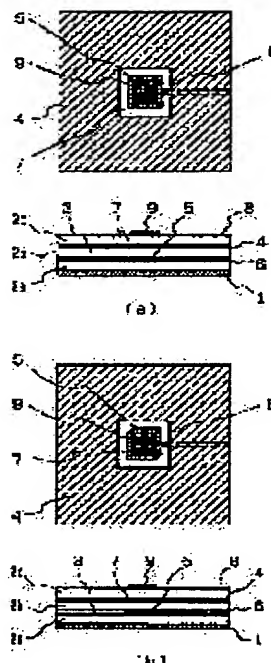
(72)Inventor : OTA MASAHIKO  
ISHIZAKA HIRONOBU

## (54) TRIPLATE TYPE PLANE ANTENNA WITH NON-FEED ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the efficiency by preventing the degradation in axial ratio of a circularly polarized wave due to any influence of a transverse propagation component with respect to design of a beam tilt antenna.

CONSTITUTION: A non-feed substrate 8 where a non-feed element 9 is formed is set on the surface of a slot plate 4 with a dielectric 2c between them so that the non-feed element 9 is just above a radiation element 5 and a slot 7, and radiation elements 5, slots 7, and non-feed elements 9 are arranged in two orthogonal directions at equal intervals. These intervals of arrangement in two directions are 0.7 to 0.93 times as long as a free spatial wavelength  $\lambda_0$  of the center frequency of an used frequency band, and a dielectric constant  $\epsilon_r$  of dielectrics 2a, 2b, and 2c is set to 1.0 to 1.3, and thier thickness is 0.04 to 0.12 times as long as  $\lambda_0$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.03.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 27.01.1998

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-160626

(43) 公開日 平成5年(1993)6月25日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 Q	13/08	8940-5 J		
	21/06	6959-5 J		
	21/24	6959-5 J		

審査請求 未請求 請求項の数4 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平3-325670

(22) 出願日 平成3年(1991)12月10日

(71) 出願人 000004455

日立化成工業株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目1番1号

(72) 発明者 太田 雅彦

茨城県下館市大字小川1500番地 日立化成工業株式会社下館研究所内

(72) 発明者 石坂 裕宣

茨城県下館市大字五所宮1150番地 日立化成工業株式会社五所宮工場内

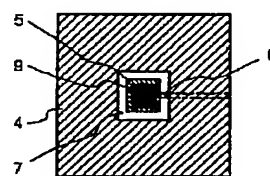
(74) 代理人 弁理士 若林 邦彦

(54) 【発明の名称】 無給電素子付きトリプレート型平面アンテナ

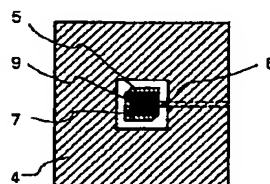
(57) 【要約】 (修正有)

【目的】放射素子からスロット板と地導体間を横方向へ伝播する成分の発生を抑制し、素子の配列間隔を従来より広い範囲で任意に設定可能で、かつビームチルトアンテナの設計において、横方向伝播成分の影響による円偏波の軸比の劣化がなく高効率にする。

【構成】スロット板4の面上に、誘電体2cを介して無給電素子9を形成した無給電基板8を、無給電素子9が放射素子5及びスロット7の真上にくる様に設置し、かつ、放射素子5とスロット7及び無給電素子9を直交する2方向に各々等間隔で配列すると共に、2方向の配列間隔を利用する周波数帯域の中心周波数の自由空間波長 $\lambda_0$ に対して0.7~0.93倍にし、さらに誘電体2a、2b、2cの比誘電率 $\epsilon_r$ を1.0~1.3とし、その厚みを $\lambda_0$ に対して0.04~0.12倍に設定すること。



(a)



(b)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 地導体1と、この地導体1の面上に誘電体2aを介して、複数の放射素子5と給電線路6等を形成したアンテナ回路基板3を設置し、その面上に誘電体2bを介して、複数のスロット7を有するスロット板4を各スロット7が各放射素子5の真上にくる様に設置して構成されるトリプレート型平面アンテナにおいて、前記スロット板4の面上に、誘電体2cを介して複数の無給電素子9を形成した無給電基板8を各無給電素子9が各放射素子5及び各スロット7の真上にくる様に設置し、かつ、前記放射素子5とスロット7及び無給電素子9を直交する2方向に各々等間隔で配列すると共に、前記2方向の配列間隔 $P_1$ 、 $P_2$ を利用する周波数帯域の中心周波数の自由空間波長 $\lambda_0$ に対して0.7~0.93倍にし、さらに前記誘電体2a、2b、2cの比誘電率 $\epsilon_r$ を1.0~1.3とし、その厚み $h$ を $\lambda_0$ に対して0.04~0.12倍に設定したことを特徴とする無給電素子付きトリプレート型平面アンテナ。

【請求項2】 前記放射素子5の形状を一辺の長さaが $\lambda_0$ に対して0.39~0.48倍の正方形とし、前記無給電素子9の形状を一辺の長さbが $\lambda_0$ に対して0.28~0.30倍の正方形とし、さらに前記スロット7の形状を一辺の長さlが $\lambda_0$ に対して0.56~0.64倍の正方形としたことを特徴とする請求項1に記載の直線偏波用の無給電素子付きトリプレート型平面アンテナ。

【請求項3】 前記放射素子5の形状を一辺の長さaが $\lambda_0$ に対して0.39~0.48倍の正方形の相対する2つの角を取り除いた形状とし、且つこの取り除かれた2つの角の合計面積 $s \times s$ と前記正方形の面積 $a \times a$ との割合を0.05~0.09に設定し、さらに前記無給電素子9の形状を一辺の長さbが $\lambda_0$ に対して0.28~0.30倍の正方形とし、且つ前記スロット7の形状を一辺の長さlが $\lambda_0$ に対して0.56~0.64倍の正方形としたことを特徴とする請求項1に記載の円偏波用の無給電素子付きトリプレート型平面アンテナ。

【請求項4】 チルト方向の配列間隔のみを、チルト角から計算されるグレーティング発生素子間隔以下とし、且つチルト方向に配列された素子をチルト角に応じた位相差で励振したことを特徴とする請求項1~3のうちのいずれかに記載のビームチルト型の無給電素子付きトリプレート型平面アンテナ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、マイクロ波帯の送受信に用いられるトリプレート型平面アンテナに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 平面アンテナのアンテナ効率を高める手段として、トリプレート線路を用いて線電線路の低損失化を図る方法がある。この種のアンテナの基本構成は、

図6(a)に示すように、地導体1の面上に誘電体2aを介して放射素子5と給電線路6等を形成したアンテナ回路基板3を設置し、その面上に誘電体2bを介してスロット7を有するスロット板4をスロット7が放射素子5の真上にくる様に形成したものである。更にこの種のアンテナにおいて、高効率を達成する為には、図6(b)に示す様に地導体1とスロット板4の間を横方向へ伝播する成分が、隣接するスロットから放射する際の位相をスロットから直接放射する成分の位相と一致させる必要がある。筆者らは、この隣接するスロットから放射する横方向伝播成分の位相とスロットから直接放射する成分の位相を一致させる様に、隣接する素子の配列間隔を適正な値に保つことで、横方向伝播成分を利得に寄与させることが可能であるという結果を得た。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 この素子間隔の適正化によって、隣接スロットから放射する横方向伝播成分の位相をスロットから直接放射する成分の位相と一致させ、横方向伝播成分を利得に寄与させる方法は、確かに高効率な平面アンテナが実現可能であるものの、図7に示す様に適正な素子間隔は $0.9\lambda_0$  ( $\lambda_0$ は、使用周波数帯の中心周波数の自由空間波長) 前後に限定されるため、更に素子の配列間隔を狭めて配列効率を高め、より高効率化を図ることは困難であった。また、主ビームの方向がアンテナ面に対して垂直な方向から傾いたビームチルトアンテナの実現に際しては、図8に示す様に、チルト面内においてはチルト方向から到来する平面波に対して、横方向伝播成分(4)・(5)を同相とし、かつ主放射成分(1)・(2)・(3)と同相にするためには、 $\theta=0^\circ$  すなわちビームチルトなしとする以外は幾何的に困難である。従ってチルト面内での横方向伝播成分が活用できないため、トリプレート型平面アンテナ構成のビームチルトアンテナは、図9に示す様に効率低下が生じ、かつ円偏波のビームチルトアンテナでは、図10に示す様に軸比が劣化する等の問題があった。本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであり、トリプレート型平面アンテナにおいて、放射素子からスロット板と地導体間を横方向へ伝播する成分の発生を抑制し、素子の配列間隔を従来より広い範囲で任意に設定可能で、かつビームチルトアンテナの設計において、横方向伝播成分の影響による軸比の劣化がない高効率な平面アンテナを提供するものである。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】 本発明は図1に示す様に、地導体1と、この地導体1の面上に誘電体2aを介して、放射素子5と給電線路6等を形成したアンテナ回路基板3を設置し、その面上に誘電体2bを介してスロット7を有するスロット板4をスロット7が放射素子5の真上にくる様に設置して構成されるトリプレート型平面アンテナにおいて、前記スロット板4の面上に、誘電

3

体2cを介して無給電素子9を形成した無給電基板8を、無給電素子9が放射素子5及びスロット7の真上にくる様に設置し、かつ、前記放射素子5とスロット7及び無給電素子9を図2に示す如く、直交する2方向に各々等間隔で配列すると共に、前記2方向の配列間隔 $P_1$ 、 $P_2$ を利用する周波数帯域の中心周波数の自由空間波長 $\lambda_0$ に対して0.7~0.93倍にし、さらに前記誘電体2a、2b、2cの比誘電率 $\epsilon_r$ を1.0~1.3とし、その厚み $h$ を $\lambda_0$ に対して0.04~0.12倍に設定する。本発明の直線偏波用アンテナに用いる放射素子5とスロット7及び無給電素子9の形状は、一般に用いられる正方形あるいは円形のパンチを用いることができるが、正方形の場合、放射素子5の一辺の長さ $a$ は $\lambda_0$ に対して0.39~0.48倍であることが望ましく、スロット7の一辺の長さ $L$ は $\lambda_0$ に対し0.56~0.64倍が望ましく、無給電素子9の一辺の長さ $b$ は0.28~0.3倍が望ましい。また、本発明の円偏波用アンテナに用いる放射素子5の形状は、一般に用いられる正方形あるいは円形の2点給電パッチや正方形あるいは円形パッチに摂動を設けた1点給電パッチを用いることができるが、1点給電の正方形パッチの場合は、一辺の長さ $a$ が $\lambda_0$ に対して0.39~0.48倍で、相対する2つの角の切除面積の合計 $s \times s$ と前記正方形の面積 $a \times a$ との割合を0.05~0.09であることが望ましい。

【0005】

【作用】本発明の無給電素子付きトリプレート型平面アンテナのスロット板4は、給電線路6と地導体1と共に構成されるトリプレート線路の上部地導体として作用し、線路からの放射損失を抑制した低損失な給電系を構成する。また、スロット7は放射素子5と無給電素子9が電磁的に結合するための開口であり、これにより給電線路6から放射素子5に効率よく伝送された電力は、ほぼ損失なくすべて無給電素子9に伝達される。この無給電素子9は、上部を遮蔽するスロット板等を有しておらず、従って横方向へ伝播する成分はほとんどなく、無給電素子9に伝達された電力は、通常のマイクロストリップパッチからの放射と等価となる。このように、無給電素子9を設けたことで、横方向伝播成分がほとんど発生せず、従って本アンテナは、横方向伝播成分を活用するための適正配列間隔に制約されることなく、より広い範囲で効率的な配列間隔を任意に設定できる。またビームチルトアンテナの実現に際しても、チルト面と非チルト面とで放射成分に差がなく、軸比の劣化がない。

【0006】

【実施例】実施例1

本発明の一実施例を図2(a)に示す。地導体1として厚さ1mmのアルミニウム板を用い、スロット板4として厚さ0.5mmのアルミニウム板を用いた。誘電体2a、2b、2cとして厚さ2mmで比誘電率約1.1のポリエ

4

チレンフォームを用いた。またアンテナ回路基板3及び無給電基板8として厚さ25 $\mu$ mのPETフィルムに厚さ35 $\mu$ mの銅箔を貼り合わせた基板を用い、放射素子5と給電線路6及び無給電素子9を銅箔の不要な箇所をエッチング除去して形成した。また、スロット板4にはスロット7をプレス加工にて形成した。上記の構成により、放射素子5、スロット7及び無給電素子9の配列数を16とし、直交する2方向にそれぞれ等間隔で配列すると共に、前記2方向の間隔 $P_1$ 、 $P_2$ を利用周波数12GHzの自由空間波長 $\lambda_0 = 25$ mmに対し、0.7、0.78、0.82、0.86、0.9、0.93倍の6種に設定した試料を製作した。ここで、放射素子5を一辺の長さ $a$ が $\lambda_0$ の0.4倍の正方形とし、スロット7を一辺の長さ $L$ が $\lambda_0$ の0.6倍の正方形とし、さらに、無給電素子9を一辺の長さ $b$ が0.29倍の正方形とした。この時、アンテナ試料の外形は各配列間隔の試料ごとにPの4倍で製作した。この直線偏波アンテナの性能は図3に示す様に、配列間隔 $P = 0.7\lambda_0 \sim 0.93\lambda_0$ の広い範囲で高効率な特性を示し、従来のトリプレート型平面アンテナの最高効率75%に比べ、最大10%の効率向上を実現できた。

【0007】実施例2

次に本発明の他の実施例を図2(b)に示す。本実施例の構成は、放射素子5を一辺の長さ $a$ が $\lambda_0$ に対して0.4倍とし、更に相対する2つの角を $s$ が $\lambda_0$ の0.106倍だけ切除し、この切除面積の合計 $s \times s$ と正方形の面積 $a \times a$ との割合が0.07となるようにした以外は、実施例1と同じである。この円偏波アンテナの性能は、図3とほぼ同様の結果であった。

【0008】実施例3

実施例1において、直交する2つの方向の配列間隔のうち一方の間隔 $P_1$ を $\lambda_0$ の0.86倍とし、もう一方の間隔を $\lambda_0$ の0.7倍とし、かつこの0.7倍の間隔で配列された面内の素子を順次90°づつ位相差をもって励振する以外、実施例1と同じ構成としたアンテナを製作した。このアンテナは、アンテナ面に垂直な方向から20°主ビーム方向が傾いた直線偏波のビームチルト特性を示した。このアンテナの特性は、図4に示す様に従来のトリプレート型平面アンテナ構成のビームチルトアンテナより約10%効率の高い結果が得られた。

【0009】実施例4

実施例3において、放射素子5を一辺の長さ $a$ が $\lambda_0$ の0.4倍とし、更に相対する2つの角を $s$ が $\lambda_0$ の0.106倍だけ切除した以外、実施例3と同じ構成としたアンテナを製作した。このアンテナは、実施例3と同様に主ビーム方向がアンテナ面と垂直な方向から20°傾いた円偏波のビームチルト特性を示し、特性は図4とほぼ同様であった。更に軸比特性は、図5に示す様に広帯域の周波数範囲で、従来のトリプレート型平面アンテナ構成のビームチルトアンテナの軸比より約3dB低い1

5

d B未満の特性が得られた。

【0010】

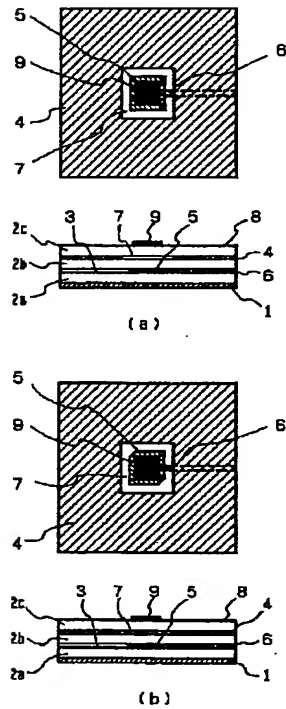
【発明の効果】以上説明した様に、本発明の無給電素子付きトリプレート型平面アンテナによれば、給電電力は放射素子と電磁結合した無給電素子からほぼ損失なく空間に放射されるため、スロット板と地導体の間を横方向へ伝播する成分がなくなり、従って、従来のトリプレート型平面アンテナにおいて、横方向伝播成分を活用するための配列間隔の制約範囲より広い範囲で任意に素子間隔を設定でき、かつビームチルトアンテナの実現に際しても、横方向伝播成分の合成電力の差による軸比劣化はなく、高効率な平面アンテナを提供することができた。

【図面の簡単な説明】

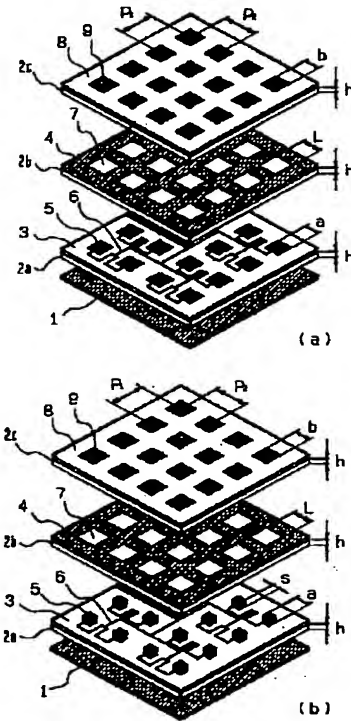
【図1】本発明のアンテナの基本構成を示す平面図及び断面図

【図2】本発明の実施例の構成を示す斜視図

【図1】



【図2】



6

【図3】本発明の実施例の特性図

【図4】本発明の実施例の特性図

【図5】本発明の実施例の特性図

【図6】従来例の構成を示す斜視図

【図7】従来例の問題点を説明するための特性図

【図8】従来例の問題点を説明するための断面図

【図9】従来例の問題点を説明するための特性図

【図10】従来例の問題点を説明するための特性図

【符号の説明】

1 地導体

誘電体

3 アンテナ回路基板

5 放射素子

7 スロット

9 無給電素子

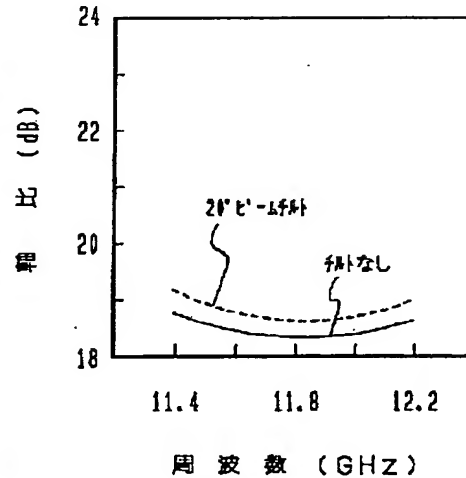
2 a, 2 b, 2 c

4 スロット板

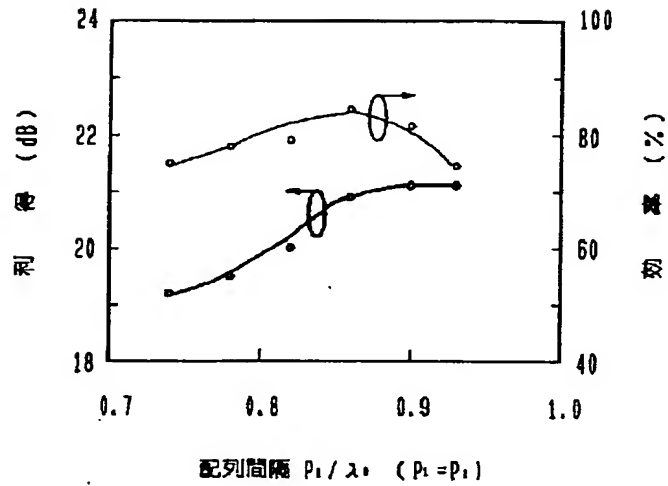
6 給電線路

8 無給電基板

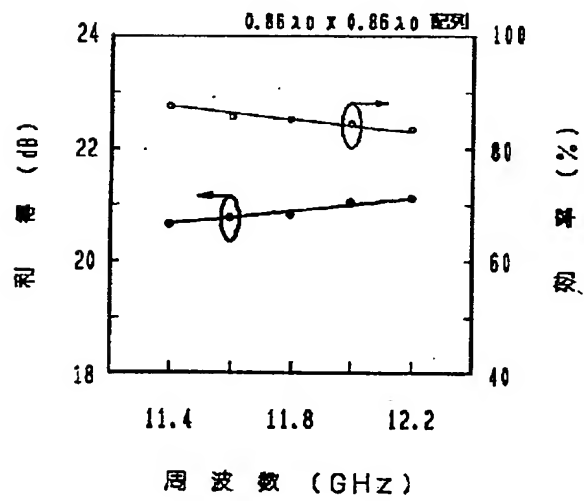
【図5】



【図3】

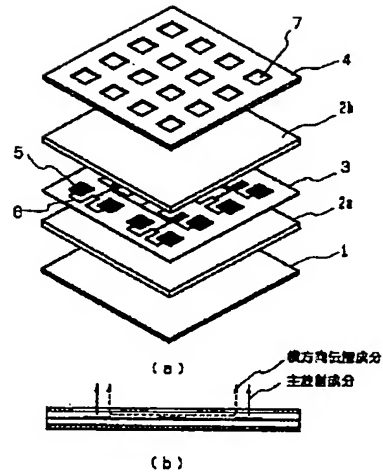


(a)

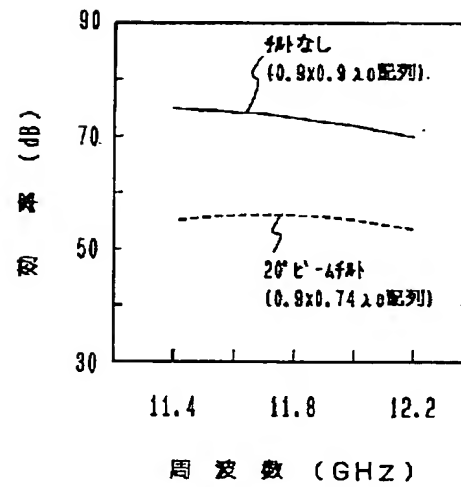


(b)

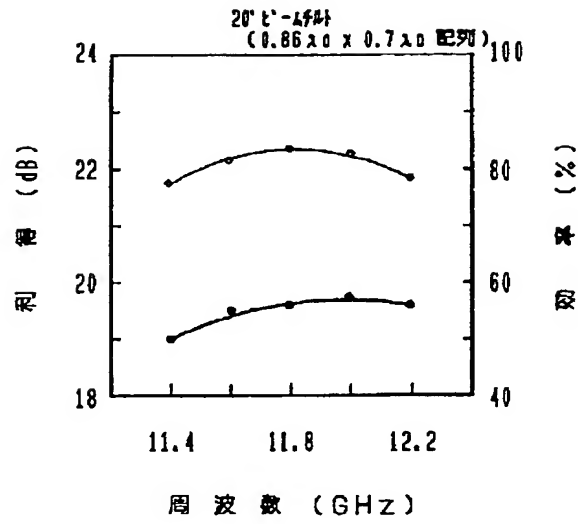
【図6】



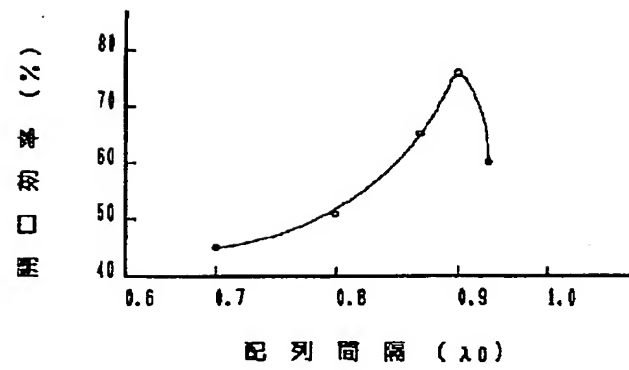
【図9】



【図4】

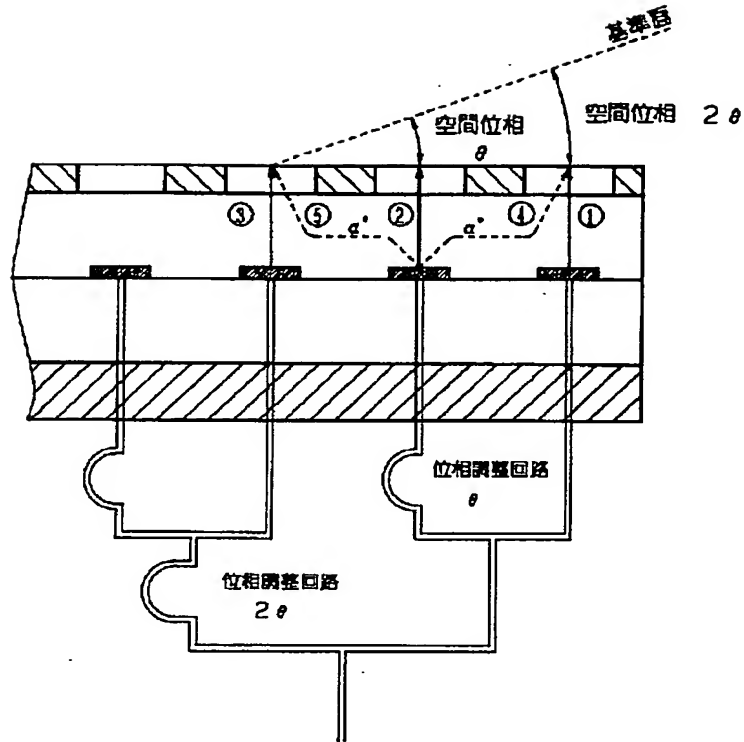


【図7】





【図8】



放射成分	回路位相	空間位相	伝播位相	基準面位相
①	$0^\circ$	$2\theta$	-	$2\theta$
②	$\theta$	$\theta$	-	$2\theta$
③	$2\theta$	$0^\circ$	-	$2\theta$
④	$\theta$	$2\theta$	$\alpha$	$3\theta + \alpha$
⑤	$\theta$	$0^\circ$	$\alpha$	$\theta + \alpha$

$$2\theta = 3\theta + \alpha = \theta + \alpha$$

$$\therefore \theta = \alpha = 0 \text{ 又は } \theta = \alpha = 180^\circ$$

【図10】

